Total Dissolved Solids (TDS)

An aesthetic objective of *≤500 mg/L* has been established for total dissolved solids (TDS) in drinking water. At higher levels, excessive hardness, unpalatability, mineral deposition and corrosion may occur. At low levels, however, TDS contributes to the palatability of water.

Definition

Total dissolved solids (TDS) comprise inorganic salts and small amounts of organic matter that are dissolved in water. The principal constituents are usually the cations calcium, magnesium, sodium and potassium and the anions carbonate, bicarbonate, chloride, sulphate and, particularly in groundwater, nitrate (from agricultural use).

Occurrence

Total dissolved solids in water supplies originate from natural sources, sewage, urban and agricultural runoff and industrial wastewater. In Canada, salts used for road deicing can contribute significantly to the TDS loading of water supplies. Concentrations of TDS in water vary owing to different mineral solubilities in different geological regions. The concentration of TDS in water in contact with granite, siliceous sand, well-leached soil or other relatively insoluble materials is usually below 30 mg/L.[1] In areas of Precambrian rock, TDS concentrations in water are generally less than 65 mg/L.[2] Levels are higher in regions of Palaeozoic and Mesozoic sedimentary rock, ranging from 195 to 1100 mg/L[2] because of the presence of carbonates, chlorides, calcium, magnesium and sulphates.[1,3] Concentrations of TDS in some streams and small lakes in the arid western regions of Canada and the United States are often as high as 15 000 mg/L.[3,4]

Concentrations of TDS, expressed as the sum of its constituents, were below 500 mg/L in 36 of 41 rivers monitored in Canada.[5] In a survey of the Great Lakes, TDS levels ranged from 61 to 227 mg/L.[6] The levels of TDS in all of the Great Lakes except Lake Superior increased between 1900 and 1970. A threefold increase in chlorides and a twofold increase in sulphates, sodium and potassium in Lakes Erie and Ontario[7] increased the TDS concentration in those lakes by 50 to 60 mg/L.[6,8–10]

Concentrations of TDS in drinking water in Canada are generally below 500 mg/L but are considerably higher in some locations, particularly the arid western regions. Levels of TDS in Newfoundland and Labrador were below 500 mg/L in 96% of 103 communities sampled from 1969 to 1989 (range 10 to 2263 mg/L; average 146 mg/L).[11] In Quebec, samples of distributed water taken at 19 plants between 1987 and 1989 contained TDS at mean concentrations ranging from 58 to 213 mg/L.[12] Concentrations of TDS in distributed water from 31 plants in Ontario during 1987 and 1988 ranged from 91 to 470 mg/L.[13] In Manitoba, TDS concentrations measured during 1988 in the treated water of 168 communities ranged from 56 to 2510 mg/L; concentrations were less than 500 mg/L in 19% of these communities.[14] Levels of TDS in 1978 samples of community drinking water taken between 1970 and 1989 in Saskatchewan ranged from 6.5 to 5376 mg/L.[15] Concentrations of TDS in 54% of 1042 communities surveyed in Alberta in October 1989 were below 500 mg/L (range <100 to 1000 mg/L).[16] In British Columbia, concentrations of TDS in individual well water supplies ranged from 120 to 4662 mg/L; those in community (generally surface water) supplies were commonly less than 500 mg/L.[17]

Analytical Methods and Treatment Technology

The method most commonly used for the analysis of TDS in water supplies is the measurement of specific conductivity with a conductivity probe that detects the presence of ions in water. Conductivity measurements are converted to TDS values by a factor that varies with the type of water.[18,19] The practical quantitation limit for TDS in water by this method is 10 mg/L.[20] High TDS concentrations can also be measured gravimetrically, although this method excludes volatile organics.[21] The constituents of TDS can also be measured individually.

Total dissolved solids are not appreciably removed using conventional water treatment processes. In fact, the addition of chemicals during conventional water treatment generally increases the TDS concentration.[22] Certain treatment processes, such as lime–soda ash softening and sodium exchange zeolite softening, may

slightly decrease or increase the TDS concentration, respectively.[23] Demineralization processes are required for significant TDS removal. Although the technology is available to reduce TDS levels significantly, the economic cost may be a major constraint.[23] Reverse osmosis and electrodialysis would probably be the most economical processes for removing TDS from public water supplies.[24]

Health Considerations

Recent data on health effects associated with the ingestion of TDS in drinking water have not been identified; however, associations between various health effects and hardness, rather than TDS content, have been investigated in many studies. These data are discussed in the section on hardness. As well, some of the individual components of TDS can have effects on human health. Effects that can be attributed to specific constituents are discussed in separate reviews for those constituents.

In early studies, inverse relationships were reported between TDS concentrations in drinking water and the incidence of cancer,[25] coronary heart disease,[26] arteriosclerotic heart disease[27] and cardiovascular disease.[28,29] Total mortality rates were reported to be inversely correlated with TDS levels in drinking water.[29,30]

Conversely, a summary of an Australian study reported that mortality due to all categories of ischaemic heart disease and acute myocardial infarction was increased in a community with higher levels of soluble solids, calcium, magnesium, sulphate, chloride and fluoride, alkalinity, total hardness and pH, when compared with a community in which levels were lower.[31] No attempts were made to relate mortality due to cardiovascular disease to other potential confounding factors. The results of a limited epidemiological study in the former Soviet Union indicated that the average number of "cases" of inflammation of the gall bladder and gallstones over a five-year period increased with the mean level of dry residue in the groundwater.[32] It should be noted, however, that the number of "cases" varied greatly from year to year in one district, as did the concentration of dry residue in each district, and no attempt was made to take into account possible confounding factors.

Other Considerations

The presence of dissolved solids in water may affect its taste.[33–42] The palatability of drinking water has been rated, by panels of tasters, according to TDS level as follows: excellent, less than 300 mg/L; good, between 300 and 600 mg/L; fair, between 600 and 900 mg/L; poor, between 900 and 1200 mg/L; and unacceptable, greater than 1200 mg/L.[37] Water with extremely low TDS concentrations may also be unacceptable because of its flat, insipid taste.

In addition to palatability, certain components of TDS such as chlorides, sulphates, magnesium, calcium and carbonates also affect corrosion or encrustation in water distribution systems.[21] High TDS levels (above 500 mg/L) result in excessive scaling in water pipes, water heaters, boilers and household appliances such as tea kettles and steam irons.[43] Such scaling can shorten the service life of these appliances.[44]

Rationale

1. The most important aspect of TDS with respect to drinking water quality is its effect on taste. The palatability of drinking water with a TDS level less than 600 mg/L is generally considered to be good. Drinking water supplies with TDS levels greater than 1200 mg/L are unpalatable to most consumers.

2. Concentrations of TDS above 500 mg/L result in excessive scaling in water pipes, water heaters, boilers and household appliances.

3. An aesthetic objective of ≤500 mg/L should ensure palatability and prevent excessive scaling. However, it should be noted that at low levels TDS contributes to the palatability of drinking water.

References

1. Rainwater, F.H. and Thatcher, L.L. Methods for collection and analysis of water samples. Geological Survey Water-Supply Paper, U.S. Department of the Interior. U.S. Government Printing Office, Washington, DC (1960).

2. Garrison Investigative Board. Water quality report (Appendix A). Garrison Diversion Study, report to the International Joint Commission (1977).

3. Durfor, C.J. and Becker, E. Constituents and properties of water. In: Water quality in a stressed environment: readings in environmental hydrology. W.A. Pettyjohn (ed.). Burgess Publishing Company, Minneapolis, MN (1972).

4. Rawson, D.S. and Moore, J.E. The saline lakes of Saskatchewan. Can. J. Res., 22: 141 (1944).

5. Fisheries and Environment Canada. Surface water quality in Canada. An overview. Water Quality Branch, Inland Waters Directorate (1977).

6. Upper Lakes Reference Group. The waters of Lake Huron and Lake Superior. Vols. I to III, Parts A and B. Report to the International Joint Commission (1977).

7. Great Lakes Water Quality Board. Great Lakes water quality 1974. Appendix A. Water Quality Objectives Subcommittee report to the International Joint Commission (1975).

8. Beeton, A.M. Indices of Great Lakes eutrophication. Publ. No. 15, Great Lakes Research Division, University of Michigan, Ann Arbor, MI (1966).

9. Kormondy, E.J. Concepts of ecology. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. p. 182 (1969).

10. Vaughn, J.C. and Reed, P.A. Quality status of southern Lake Michigan. J. Am. Water Works Assoc., 62: 103 (1972).

11. Dominie, K. Personal communication. Newfoundland and Labrador Department of Environment and Lands (1989).

12. Durocher, H. Personal communication. Ministère de l'Environnement, Gouvernement du Québec (1990).

13. Vajdic, A. Personal communication. Ontario Ministry of the Environment (1989).

14. Rocan, D. Personal communication. Manitoba Department of Environment (1989).

15. Nargang, D. Personal communication. Saskatchewan Department of the Environment and Resource Management (1989).

16. Spink, D. Personal communication. Alberta Ministry of Environmental Protection (1989).

17. Willoughby, B.A. Personal communication. B.C. Ministry of Health (1989).

18. Ontario Ministry of the Environment. Outlines of analytical methods. A guide to the occurrence, significance, sampling and analysis of chemical and microbial parameters in water. February (1975).

19. Singh, T. and Kalra, Y.P. Specific conductance method for in situ estimation of total dissolved solids. J. Am. Water Works Assoc., 67(2): 99 (1975).

20. Forbes, M. Personal communication. Canada Centre for Inland Waters, Burlington, Ontario (1988).

21. Sawyer, C.N. and McCarty, P.L. Chemistry for sanitary engineers. 2nd edition. McGraw-Hill Series in Sanitary Science and Water Resources Engineering, McGraw-Hill, Toronto (1967).

22. Department of National Health and Welfare. Water treatment principles and applications: a manual for the production of drinking water. Canadian Water and Wastewater Association (1993).

23. Canadian Council of Resource and Environment Ministers. Total dissolved solids. In: Canadian water quality guidelines. Prepared by the Task Force on Water Quality Guidelines. Environment Canada, Ottawa, March (1987).

24. Clark, J.W., Viessman, W., Jr. and Hammer, M.J. Water supply and pollution control. 3rd edition. Harper & Row Publishers, New York, NY (1977).

25. Burton, A.C. and Cornhill, J.F. Correlation of cancer death rates with altitude and with the quality of water supply of the 100 largest cities in the United States. J. Toxicol. Environ. Health, 3(3): 465 (1977).

26. Schroeder, H.A. Relation between mortality from cardiovascular disease and treated water supplies. Variation in states and 163 largest municipalities. J. Am. Med. Assoc., 172: 1902 (1960).

27. Schroeder, H.A. Municipal drinking water and cardiovascular death rates. J. Am. Med. Assoc., 195: 125 (1966).

28. Sauer, H.I. Relationship between trace element content of drinking water and chronic disease. Univ. Ill. Bull., 71(108): 39 (1974).

29. Craun, G.F. and McCabe, L.J. Problems associated with metals in drinking water. J. Am. Water Works Assoc., 67: 593 (1975).

30. Crawford, M., Gardner, M.J. and Morris, J.N. Mortality and hardness of local water supplies. Lancet, i: 827 (1968).

31. Meyers, D. Mortality and water hardness. Lancet, i: 398 (1975).

32. Popov, V.V. Cholelithiasis and calculi, hardness of drinking water. Gig. Sanit., 33(6): 416 (1970).

33. Bruvold, W.H. and Pangborn, R.M. Rated acceptability of mineral taste in water. J. Appl. Psychol., 50(1): 22 (1966).

34. Bruvold, W.H., Ongerth, H.J. and Dillehay, R.C. Consumer attitudes toward mineral taste in domestic water. J. Am. Water Works Assoc., 59: 547 (1967).

35. Bruvold, W.H. Scales for rating the taste of water. J. Appl. Psychol., 52: 245 (1968).

36. Bruvold, W.H. Mineral taste and the potability of domestic water. Water Res., 4: 331 (1970).

37. Bruvold, W.H. and Ongerth, H.J. Taste quality of mineralized water. J. Am. Water Works Assoc., 61: 170 (1969).

38. Cox, G.J., Nathans, J.W. and Vonau, N. Subthreshold-to-taste thresholds of sodium, potassium, magnesium and calcium ions in water. J. Appl. Physiol., 8: 283 (1955).

39. Bryan, P.E., Kuzmunski, L.N., Sawyer, F.M. and Feng, T.H. Taste thresholds of halogens in water. J. Am. Water Works Assoc., 65: 363 (1973).

40. Pangborn, R.M. and Bertolero, L.L. Influence of temperature on taste intensity and degree of liking of drinking water. J. Am. Water Works Assoc., 64: 511 (1972).

41. Bruvold, W.H. and Pangborn, R.M. Rated acceptability of mineral taste in water. J. Appl. Psychol., 50: 22 (1966).

42. Pangborn, R.M., Trabue, I.M. and Little, A.C. Analysis of coffee, tea, artificially flavoured drinks prepared from mineralized waters. J. Food Sci., 36: 355 (1971).

43. Tihansky, D.P. Economic damages from residential use of mineralized water supply. Water Resour. Res., 10(2): 145 (1974).

44. McQuillan, R.G. and Spenst, P.G. The addition of chemicals to apartment water supplies. J. Am. Water Works Assoc., 68: 415 (1976).

Les matières dissoutes totales (MDT)

L'objectif de qualité esthétique pour les matières dissoutes totales (MDT) présentes dans l'eau potable a été fixé à *≤500 mg/L*. Une concentration plus grande peut rendre l'eau trop dure, lui donner un mauvais goût et entraîner des dépôts minéraux et de la corrosion. En revanche, la présence de faibles concentrations de MDT dans l'eau contribue à lui donner bon goût.

Définition

Les matières dissoutes totales (MDT) sont les sels inorganiques et les petites quantités de matières organiques qui sont dissous dans l'eau. Leurs principaux constituants sont habituellement les cations calcium, magnésium, sodium et potassium et les anions carbonate, bicarbonate, chlorure, sulfate et, en particulier dans les eaux souterraines, nitrate (en raison des utilisations agricoles).

Présence dans l'environnement

Les matières dissoutes totales présentes dans les réserves d'eau proviennent de sources naturelles, des égouts, du ruissellement urbain et agricole, et des eaux usées industrielles. Au Canada, les sels servant au dégivrage des routes peuvent contribuer fortement à la charge de MDT des réserves d'eau. La concentration de MDT dans l'eau varie en fonction de la solubilité des divers minéraux dans diverses régions géologiques. La concentration de MDT dans l'eau en contact avec du granit, du sable siliceux, un sol bien lessivé ou d'autres matières relativement insolubles est normalement inférieure à 30 mg/L.[1] Dans les zones précambriennes, l'eau a généralement une concentration de MDT inférieure à 65 mg/L.[2] Des teneurs supérieures (de 195 à 1 100 mg/L)[2] se rencontrent habituellement dans les roches sédimentaires du paléozoïque et du mésozoïque, qui renferment des carbonates, des chlorures, du calcium, du magnésium et des sulfates.[1,3] Les concentrations de MDT que l'on trouve dans certains cours d'eau et petits lacs des régions arides de l'Ouest du Canada et des États-Unis s'élèvent souvent à 15 000 mg/L.[3,4]

Les concentrations de MDT, exprimées en fonction de la somme de leurs constituants, étaient inférieures à 500 mg/L dans les eaux de 36 des 41 fleuves et rivières du Canada qui ont fait l'objet de contrôles.[5] Lors d'une étude portant sur les Grands Lacs, les teneurs en MDT variaient de 61 à 227 mg/L.[6] Dans tous les Grands Lacs, sauf le lac Supérieur, les teneurs en MDT ont augmenté entre 1900 et 1970 : dans les lacs Érié et Ontario,[7] la teneur en chlorures a triplé, la teneur en sulfates, en sodium et en potassium a doublé; la concentration de MDT dans ces deux lacs a ainsi augmenté de 50 à 60 mg/L.[6,8-10]

Les concentrations de MDT trouvées dans l'eau potable au Canada sont généralement inférieures à 500 mg/L, mais elles sont considérablement plus élevées dans certains endroits, en particulier dans les régions arides de l'Ouest. À Terre-Neuve et au Labrador, les teneurs en MDT étaient inférieures à 500 mg/L dans 96 % des 103 collectivités où des échantillonnages ont eu lieu de 1969 à 1989 (plage : de 10 à 2 263 mg/L; moyenne : 146 mg/L).[11] Au Québec, les échantillons d'eau distribuée prélevés à 19 usines entre 1987 et 1989 contenaient des concentrations moyennes de MDT variant de 53 à 213 mg/L.[12] Les concentrations de MDT trouvées dans l'eau distribuée par 31 usines de l'Ontario durant 1987 et 1988 variaient de 91 à 470 mg/L.[13] Au Manitoba, les concentrations de MDT mesurées en 1988 dans l'eau traitée de 168 collectivités variaient de 56 à 2 510 mg/L, mais elles étaient inférieures à 550 mg/L dans 19 %.[14] Les teneurs en MDT mesurées dans 1 978 échantillons d'eau potable prélevés entre 1970 et 1989 dans des collectivités de la Saskatchewan variaient de 6,5 à 5 376 mg/L.[15] Les concentrations de MDT trouvées dans l'eau de 54 % des collectivités de l'Alberta ayant fait l'objet d'un contrôle en octobre 1989 étaient inférieures à 500 mg/L (plage : de <100 à 1 000 mg/L).[16] En Colombie-Britannique, les concentrations de MDT trouvées dans des puits privés allaient de 120 à 4 662 mg/L; par contre, dans les collectivités, les réserves d'eau (qui étaient généralement des eaux de surface) avaient des teneurs habituellement inférieures à 500 mg/L.[17]

Méthodes d'analyse et techniques de traitement

La méthode la plus communément utilisée pour le dosage des MDT dans les réserves d'eau est la mesure de la conductivité spécifique au moyen d'une sonde qui décèle la présence d'ions dans l'eau. Les mesures de

conductivité sont converties en teneurs en MDT en appliquant un facteur qui change selon le type de l'eau analysée.[18,19] La limite pratique de dosage des MDT dans l'eau par cette méthode est 10 mg/L.[20] Pour les concentrations élevées de MDT, il est aussi possible de faire les mesures par gravimétrie, mais cette méthode ne tient pas compte des composés organiques volatils.[21] Il est également possible de doser séparément chacun des constituants des MDT.

Les quantités de matières dissoutes totales éliminées par les procédés classiques de traitement de l'eau ne sont pas appréciables. En fait, l'addition de produits chimiques durant le traitement classique de l'eau fait généralement augmenter la concentration de MDT.[22] Certains procédés de traitement (par exemple l'adoucissement à la chaux sodée et l'adoucissement par échange avec le sodium sur zéolite) peuvent faire légèrement augmenter ou diminuer (respectivement) la concentration de MDT.[23] Pour une élimination importante des MDT, il faut faire appel à un procédé de déminéralisation. Bien que la technologie actuelle permette de réduire de façon significative les teneurs en MDT, c'est surtout son coût qui en limite l'application.[23] L'osmose inverse et l'électrodialyse seraient probablement les procédés les plus rentables pour éliminer les MDT des réserves publiques d'eau potable.[24]

Effets sur la santé

Aucune donnée récente n'a permis d'identifier des effets pathogènes qui seraient liés à l'absorption de MDT avec l'eau potable; toutefois, on a fait maintes études sur le lien entre divers effets pathogènes et la dureté de l'eau, plutôt que sa teneur en MDT. Ces données sont traitées dans la section sur la dureté. Par ailleurs, certaines des composantes particulières des MDT peuvent avoir des effets sur la santé humaine. Ces effets sont discutés dans les textes traitant des composantes en question.

Des études antérieures ont signalé des relations inverses entre la teneur de l'eau potable en MDT et l'incidence du cancer,[25] des maladies coronariennes,[26] dont celles causées par l'artériosclérose,[27] et des maladies cardio-vasculaires.[28,29] D'après les rapports de ces études, la mortalité totale était inversement proportionnelle à la teneur de l'eau potable en MDT.[29,30]

Au contraire, le résumé d'une étude réalisée en Australie soutient qu'il y a, par rapport aux autres collectivités, augmentation de la mortalité due à toutes les variétés de maladies cardiaques ischémiques et à l'infarctus aigu du myocarde dans celles dont les eaux potables renferment des teneurs plus fortes en matières dissoutes, en calcium, en magnésium, en sulfates, en chlorures et en fluorures, et ont une alcalinité, une dureté totale et un pH plus élevés.[31] Aucune tentative n'a été faite pour établir une corrélation entre la mortalité due aux maladies cardio-vasculaires et d'autres facteurs risquant de prêter à confusion. Les résultats d'une étude épidémiologique d'une portée limitée effectuée dans l'ancienne Union soviétique ont montré que le nombre moyen de «cas» d'inflammation de la vésicule biliaire et de calculs biliaires augmentait sur une période de cinq ans avec la teneur moyenne en résidus secs dans les eaux souterraines.[32] Il faut cependant noter que le nombre de «cas» variait beaucoup d'une année à l'autre dans un district, de même que la concentration en résidus secs dans chaque district; de plus, on n'a pas tenté de tenir compte des facteurs pouvant prêter à confusion.

Autres considérations

La présence de matières dissoutes totales dans l'eau peut modifier son goût.[33-42] Des groupes de dégustateurs ont attribué des cotes de sapidité à l'eau potable en fonction de sa teneur en MDT : excellente, moins de 300 mg/L; bonne, entre 300 et 600 mg/L; passable, entre 600 et 900 mg/L; mauvaise, entre 900 et 1 200 mg/L; finalement, inacceptable, à plus de 1 200 mg/L.[37] L'eau ayant une très faible teneur en MDT peut, elle aussi, être inacceptable à cause de son goût plat et insipide.

Certaines composantes des MDT n'influent pas seulement sur le goût de l'eau, mais aussi sur son pouvoir corrodant ou entartrant : les chlorures, les sulfates, le magnésium, le calcium et les carbonates.[21] Les teneurs élevées en MDT (supérieures à 500 mg/L) entraînent un entartrage excessif des conduites, des chauffe-eau, des chaudières et des appareils ménagers comme les théières et les fers à repasser à vapeur.[43] Un tel entartrage peut limiter la durée de vie de ces appareils.[44]

Justification

1. En matière de qualité de l'eau potable, l'aspect le plus important des MDT est leur effet sur le goût de celle-ci. On considère généralement que l'eau potable ayant une teneur en MDT inférieure à 600 mg/L a bon goût. Les eaux potables ayant une teneur en MDT supérieure à 1 200 mg/L sont imbuvables pour la plupart des consommateurs.

2. Les concentrations de MDT supérieures à 500 mg/L entraînent un entartrage excessif des conduites, des chauffe-eau, des chaudières et des appareils ménagers.

3. Un objectif de qualité esthétique ≤500 mg/L devrait assurer la sapidité de l'eau tout en empêchant un entartrage excessif. Il faut cependant noter que de faibles teneurs en MDT sont nécessaires pour que l'eau potable soit sapide.

Références bibliographiques

1. Rainwater, F.H. et Thatcher, L.L. Methods for collection and analysis of water samples. Geological Survey Water-Supply Paper, U.S. Department of the Interior, U.S. Government Printing Office, Washington, DC (1960).

2. Garrison Investigative Board. Water quality report (Appendice A). Garrison Diversion Study, rapport à la Commission mixte internationale (1977).

3. Durfor, C.J. et Becker, E. Constituents and properties of water. Dans : Water quality in a stressed environment: readings in environmental hydrology. W. A. Pettyjohn (dir. de publ.), Burgess Publishing Company, Minneapolis, MN (1972).

4. Rawson, D.S. et Moore, J.E. The saline lakes of Saskatchewan. Can. J. Res., 22: 141 (1944).

5. Pêches et Environnement Canada. La qualité des eaux de surface au Canada : un aperçu. Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures (1977).

6. Upper Lakes Reference Group. The waters of Lake Huron and Lake Superior. Volumes I à III, Parties A et B. Rapport à la Commission mixte internationale (1977).

7. Great Lakes Water Quality Board. Great Lakes water quality 1974. Appendice A. Rapport du sous-comité sur la qualité de l'eau à la Commission mixte internationale (1975).

8. Beeton, A.M. Indices of Great Lakes eutrophication. Publ. nº 15, Great Lakes Research Division, Université du Michigan, Ann Arbor, MI (1966).

9. Kormondy, E. J. Concepts of ecology. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. p. 182 (1969).

10. Vaughn, J. C. et Reed, P. A. Quality status of southern Lake Michigan. J. Am. Water Works Assoc., 62 : 103 (1972).

11. Dominie, K. Communication personnelle. Newfoundland and Labrador Department of Environment and Lands (1989).

12. Durocher, H. Communication personnelle. Ministère de l'Environnement, Gouvernement du Québec (1990).

13. Vajdic, A. Communication personnelle. Ministère de l'Environnement de l'Ontario (1989).

14. Rocan, D. Communication personnelle. Ministère de l'Environnement du Manitoba (1989).

15. Nargang, D. Communication personnelle. Saskatchewan Department of the Environment and Resource Management (1989).

16. Spink, D. Communication personnelle. Alberta Ministry of Environmental Protection (1989).

17. Willoughby, B.A. Communication personnelle. B. C. Ministry of Health (1989).

18. Ministère de l'Environnement de l'Ontario. Outlines of analytical methods. A guide to the occurrence, significance, sampling and analysis of chemical and microbial parameters in water. Février (1975).

19. Singh, T. et Kalra, Y.P. Specific conductance method for in situ estimation of total dissolved solids. J. Am. Water Works Assoc., 67(2) : 99 (1975).

20. Forbes, M. Communication personnelle. Centre canadien des eaux intérieures. Burlington, Ontario (1988).

21. Sawyer, C.N. et McCarty, P.L. Chemistry for sanitary engineers. 2e édition. McGraw-Hill Series in Sanitary Science and Water Resources Engineering, McGraw-Hill, Toronto (1967).

22. Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social. Principes et techniques de traitement de l'eau : manuel de production d'eau potable. Association canadienne des eaux potables et usées (1993).

23. Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement. Matières solides dissoutes totales (salinité). Groupe de travail sur les recommandations pour la qualité des eaux. Environnement Canada, Ottawa, mars (1987).

24. Clark, J.W., Viessman, W., Jr. et Hammer, M.J. Water supply and pollution control. 3e édition. Harper & Row Publishers, New York, NY (1977).

25. Burton, A.C. et Cornhill, J.F. Correlation of cancer death rates with altitude and with the quality of water supply of the 100 largest cities in the United States. J. Toxicol. Environ. Health, 3(3) : 465 (1977).

26. Schroeder, H.A. Relation between mortality from cardiovascular disease and treated water supplies. Variation in states and 163 largest municipalities. J. Am. Med. Assoc., 172 : 1902 (1960).

27. Schroeder, H.A. Municipal drinking water and cardiovascular death rates. J. Am. Med. Assoc., 195 : 125 (1966).

28. Sauer, H.I. Relationship between trace element content of drinking water and chronic disease. Univ. Ill. Bull., 71(108) : 39 (1974).

29. Craun, G.F. et McCabe, L.J. Problems associated with metals in drinking water. J. Am. Water Works Assoc., 67 : 593 (1975).

30. Crawford, M., Gardner, M.J. et Morris, J.N. Mortality and hardness of local water supplies. Lancet, i : 827 (1968).

31. Meyers, D. Mortality and water hardness. Lancet, i : 398 (1975).

32. Popov, V.V. Cholelithiasis and calculi, hardness of drinking water. Gig. Sanit., 33(6) : 416 (1970).

33. Bruvold, W.H. et Pangborn, R.M. Rated acceptability of mineral taste in water. J. Appl. Psychol., 50(1) : 22 (1966).

34. Bruvold, W.H., Ongerth, H.J. et Dillehay, R.C. Consumer attitudes toward mineral taste in domestic water. J. Am. Water Works Assoc., 59 : 547 (1967).

35. Bruvold, W.H. Scales for rating the taste of water. J. Appl. Psychol., 52 : 245 (1968).

36. Bruvold, W.H. Mineral taste and the potability of domestic water. Water Res., 4 : 331 (1970).

37. Bruvold, W.H. et Ongerth, H.J. Taste quality of mineralized water. J. Am. Water Works Assoc., 61 : 170 (1969).

38. Cox, G.J., Nathans, J.W. et Vonau, N. Subthreshold-to-taste thresholds of sodium, potassium, magnesium and calcium ions in water. J. Appl. Physiol., 8 : 283 (1955).

39. Bryan, P.E., Kuznunski, L.N., Sawyer, F.M. et Feng, T.H. Taste thresholds of halogens in water. J. Am. Water Works Assoc., 65 : 363 (1973).

40. Pangborn, R.M. et Bertolero, L.L. Influence of temperature on taste intensity and degree of liking of drinking water. J. Am. Water Works Assoc., 64 : 511 (1972).

41. Bruvold, W.H. et Pangborn, R.M. Rated acceptability of mineral taste in water. J. Appl. Psychol., 50 : 22 (1966).

42. Pangborn, R.M., Trabue, I.M. et Little, A.C. Analysis of coffee, tea, artificially flavoured drinks prepared from mineralized waters. J. Food Sci., 36 : 355 (1971).

43. Tihansky, D.P. Economic damages from residential use of mineralized water supply. Water Resour. Res., 10(2) : 145 (1974).

44. McQuillan, R.G. et Spenst, P.G. The addition of chemicals to apartment water supplies. J. Am. Water Works Assoc., 68 : 415 (1976).